

文章題解決で「図表を使わない」のではなく 「使えない」ことを示す科学的証拠

○綾部宏明（生理学研究所）

マナロ エマニュエル（京都大学）

キーワード：図表スキル、文章題、fNIRS

問題と目的

教師が図表を使って教えても、生徒は自発的に図表を使わず、たとえ使ってもうまく解決できない傾向がある。近年、活用トレーニング（図表知識指導＋練習）が自発的な使用を促し、正答率を高めることが実証された（Ayabe & Manalo, 2018）。しかし、スキル習得に必要な教授要素は同定されておらず、生理学的な対応も明らかではない。

方法

参加者 16 名（15.7±2.9 才）に図表知識教授要因（なし（プレ1）－表活用教示（「表を使って解きなさい」；プレ2）－介入（表活用トレーニング；指導＋練習）－なし（ポスト））を段階的に操作した1要因参加者内計画で、表が役に立つと想定された文章題を各段階でテストした（Table 1）。

Table 1 実施スケジュール

段階	図表知識	A 群 (N=6)	B 群 (N=5)	C 群 (N=5)
プレ1	教示なし	ゲーム	スイーツ	工場
プレ2	表使用教示	スイーツ	工場	ゲーム
介入	表活用トレーニング			
ポスト	教示なし	工場	ゲーム	スイーツ

ランダムに割り当てた3つの群に順序効果が相殺されるように同型問題（ゲーム問題、スイーツ問題、工場問題）を課した。同型問題とは、ストーリーは違うが解法構造（表の数値に焦点を当てれば答えを計算できる構造）が等しい問題で、問題難易度の予備分析から同型性が確認された。図表と解答の完成度はルーブリックで得点化した。解答中の脳活動を fNIRS（機能的近赤外線分光法）で測定するためにテストはすべて実験室で（各15～25分）、介入は行動学実験室で行った（30分）。

結果と考察

プレ1とプレ2を比べると、図表得点は高まったが（ $p < .01$ ）、問題得点は変わらなかった（ $n.s.$ ；Figure 1）。この結果は、表を使って問題を解くように促す教示は表の使用を高めるが、問題解決能力は高めないことを示唆する。プレ2とポストを比べると、問題得点も高まった（ $p < .01$ ）。この結果は、表活用トレーニングを与えると、表の使用だけでなく、正答率も高まることを示唆する。

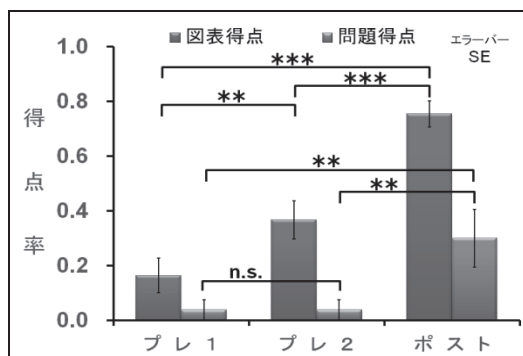


Figure 1 図表得点と問題得点の変化

プレ1とプレ2を比べると、脳血流量は変わらなかった（ $n.s.$ ）。しかし、プレ1とポストを比べると、左前頭領域で脳血流量が増加した（VLPFC, DLPFC；ともに $p < .05$ ；Figure 2）。この結果は介入された図表知識が保持され、その再構成によって実行機能の認知制御が促されたことを示唆する。

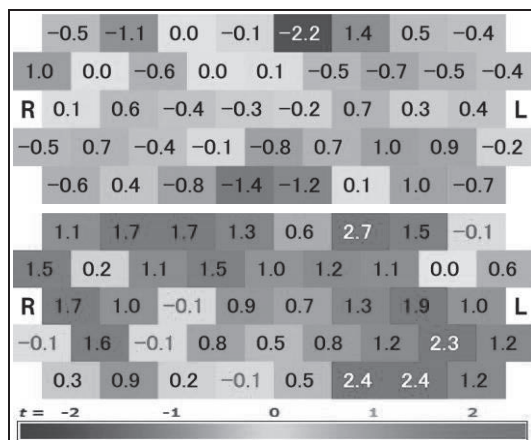


Figure 2 脳血流量変化（ t 値；プレ1との比較）
上：プレ2 下：ポスト（ $N = 16$ ）

本研究は、行動－生理学の統合的手法によって、これまで同定が困難だった図表スキル習得に必要な教授要素に関する客観的証拠を明らかにした。

引用文献

Ayabe, H., & Manalo, E. (2018). Can spontaneous diagram use be promoted in math word problem solving? *Lecture Notes in Artificial Intelligence*, 10871, 817-820.